


Code	DC8 Les systèmes automatiques	Série 9
<b>COMAX</b>		

<b>Problématique</b>	<b>Comment modéliser un système automatique asservi?</b>
----------------------	--

<p><b>Système</b></p> 	<p>Pour réduire les risques de TMS (Troubles Musculo-squelettiques), certains constructeurs de matériel de manutention proposent des solutions de levage intelligentes qui assistent l'opérateur dans la manipulation de charges lourdes.</p> <p>Principe de fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le système repose sur l'utilisation d'un système de levage motorisé à câble associé à une poignée communicante intégrant le capteur d'effort.</li> <li>La poignée communique en permanence (via une liaison sans fil) l'intention de l'opérateur au système de levage.</li> </ul> <p>Celui-ci réagit alors en conséquence et assiste l'opérateur pour qu'il puisse déplacer l'objet manutentionné sans en percevoir son poids.</p>
---	---

<p><b>Préambule</b></p>	<p>Le modèle d'un système automatique asservi peut prendre deux formes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>un modèle de connaissances</b> : on connaît par exemple tous les paramètres du moteur (résistance, inductance, constante de couplage) et de sa charge (inertie, frottement, couple résistant ...) et on prédétermine ainsi son comportement à grâce à l'étude de la fonction de transfert du système.</li> <li><b>un modèle de comportement (ou d'expérience)</b> : A l'aide de relevés d'essais effectués dans des conditions particulières (essai indiciel par exemple), on détermine (par identification) le gain statique, l'ordre du système, sa constante de temps ...</li> </ul> <p>Enfin, l'utilisation d'un outil numérique de simulation permet de <b>valider le modèle de comportement</b> en le confrontant au système réel.</p>
-------------------------	---

<p><b>Objectifs</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etablir un modèle de comportement d'un SA (système automatique asservi)</li> <li>Etablir un modèle de connaissance d'un SA</li> <li>Décrire un SA sous forme de schéma-blocs</li> <li>Calculer la fonction de transfert d'un SA en BO (Boucle Ouverte)</li> <li>Calculer la fonction de transfert d'un SA en BF (Boucle Fermée)</li> <li>Caractériser la Rapidité d'un SA</li> <li>Caractériser la Précision d'un SA</li> <li>Choisir et Régler un correcteur afin de respecter le cahier des charges</li> </ul>
-------------------------	---

<b>Activité 1</b>	<b>Etablir un modèle de connaissance du bras Comax.</b>
-------------------	---

<b>Activité 2</b>	<b>Etablir un modèle de comportement et caractériser les performances du système.</b>
-------------------	---

<b>Activité 3</b>	<b>Etablir un modèle numérique alimenté par le modèle de connaissance et de</b>
-------------------	---

*Chef de projet*

# Activité 1

**Responsabilité** : Etablir un modèle de connaissance du bras Comax.

<b>Documents</b>	Doc présentation	<b>systemes/ dans un navigateur web</b>	
	Doc. Réponse		<b>COMAX_A1_DR1</b>
	Doc. Moteur		<b>COMAX_A1_DOC</b>

## Questions **Modélisation du comportement dynamique du moteur**

**Q1** Après avoir rappelé les équations de la machine à courant continu, proposer le schéma bloc classiquement retenu pour la modélisation d'un moteur à courant continu sur **document réponse COMAX\_A1\_DR1**.

On fera apparaître sur le schéma (dans l'espace de Laplace) les grandeurs :

- Tension de commande :  $u_m(t)$
- Intensité :  $i(t)$
- Couple électromagnétique :  $C_m(t)$
- Couple résistant :  $C_r(t)$
- Vitesse angulaire de l'arbre moteur :  $\omega_m(t)$

Les paramètres de la machine à courant continu sont :

- coefficient de frottement visqueux :  $f$  en Nm.s/rad
- Inertie équivalente ramenée à l'axe du moteur :  $J$
- Résistance du moteur :  $R$
- Inductance du moteur :  $L$
- constante de f.e.m :  $k_e$
- constante de couple :  $k_c$

**Q2** Montrer que le schéma précédent peut se réduire sous la forme proposée dans le **document réponse COMAX\_A1\_DR1**.

**Q3** Ecrire, dans le domaine de Laplace et sous forme canonique, la fonction de transfert :  $H_{m(p)} = \frac{\Omega_{m(p)}}{U_{m(p)}}$

On définit les constantes de temps suivantes :

- Constante de temps électrique :  $\tau_e = \frac{L}{R}$
- Constante de temps mécanique :  $\tau_m = \frac{R \cdot J}{k_e \cdot k_t + R \cdot f}$

**Q4** Montrer que l'expression de  $H_{m(p)}$  peut s'écrire sous la forme :

$$H_{m(p)} = \frac{1}{p} \cdot \frac{\frac{k_t}{k_e \cdot k_t + R \cdot f}}{1 + (\tau_m + \alpha \cdot \tau_e) \cdot p + \tau_m \cdot \tau_e \cdot p^2} \text{ avec } \alpha = \frac{R \cdot f}{k_e \cdot k_t + R \cdot f}$$

**Q5** Relever la valeur numérique des constantes  $k_e$  et  $k_c$  à partir de la documentation et montrer qu'elles sont égales.

On note  $k = k_e = k_c$

On calcule l'inertie équivalente ramenée à l'arbre moteur de la façon suivante :  $J = J_{rotor} + \frac{M}{r^2} \cdot R_{poulie}^2$

$J_{rotor}$  inertie de l'arbre moteur, donnée dans la documentation du moteur.

$M$  Masse bras + masses additives. .

$r$  indice de réduction.

**Q6** Calculer la valeur numérique de l'inertie  $J$  ramenée à l'arbre moteur.

**Q7** Calculer et comparer la valeur numérique des constantes de temps  $\tau_m$  et  $\tau_e$ .

**Q8** En déduire si le modèle peut se ramener à une fonction du 1er ordre ?

## Modélisation de l'asservissement

**Q9** Proposer le schéma bloc complet de l'asservissement en position (Compléter le **document réponse COMAX\_A1\_DR1**).

**Q10** Ecrire, dans le domaine de Laplace et sous forme canonique, la fonction de transfert :  $H_{BF(p)} = \frac{h_s(p)}{h_e(p)}$

**Q11** Ecrire la fonction de transfert sous forme numérique.

**Q12** Conclure sur le comportement du système (erreur statique, temps de réponse, stabilité).